



## AZƏRBAYCAN ELM FONDU

Azərbaycan Elm Fondunun  
Ümummilli Lider Heydər Əliyevin 100-illik  
yubileyinə həsr olunmuş  
“Əsas grant müsabiqəsi-2023” ün  
(AEF-MCG-2023-1(43)) qalibi olmuş  
layihənin yerinə yetirilməsi üzrə aralıq  
(rüblük olaraq 2-ci mərhələ)

### ELMİ-TEXNİKİ HESABAT

Layihənin adı: **Sosial kiber fiziki sistemlərdə fərdi məlumatların qorunması üçün süni intellekt üsullarının işlənməsi**

Layihə rəhbərinin adı, atasının adı və soyadı: **Abdullayeva Fərqanə Cabbar qızı**

Layihənin nömrəsi: **AEF-MCG-2023-1(43)-13/04/1-M-04**

Müqavilənin imzalanma tarixi: **04 dekabr 2023-cü il**

Grant layihəsinin yerinə yetirilmə müddəti: **24 ay**

Layihənin icra müddəti (başlama və bitmə tarixi): **01 yanvar 2024-cü il – 01 yanvar 2026-cı il**

*Layihənin II mərhələ üzrə (rüb) məbləği:*

Hesabatda aşağıdakı məsələlər işıqlandırılmalıdır:

#### 1 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə cari rübdə yerinə yetirilmiş **elmi işlər**

Son illərdə nəqliyyatın hərəkətini yaxşılaşdırmaq və piyada ölümlərinin sayını azaltmaq məqsədilə işıqforların intellektual idarə edilməsi üçün yanaşmalar təklif edilmişdir. Bu tədqiqat işlərində yerüstükeçidlərdə piyadaların yaşından asılı olaraq onların keçidi başa çatdırmaq üçün ləngimələrinə diqqət yetirilmir. Bu tip sistemlər yaşlı insanların keçid həyata keçirməsini nəzərə alaraq, işıqforların piyada tam keçənə qədər tənzimləməyi bacarmalıdır. Layihə çərçivəsində piyadaların sifət təsvirlərini identifikasiya edən kameralardan, vision transformer tipli əlamət çıxarma mexanizmindən, maşın təlimi alqoritmlərindən ibarət smart işıqforları idarə edən kiber-fiziki sosial sistem işlənmişdir. Təklif edilmiş yanaşma kateqoriyalı cins verilənlərindən və kəsilməz yaş verilənlərindən istifadə etməklə piyadaların sifət təsvirləri əsasında onların cinsini və yaşını avtomatik müəyyən edə bilir. Burada işıqforların işıqları piyadanın yaşına uyğun olaraq tənzimlənir. Vision transformer (ViT), PCA, LLE, FastICA, Logistic Regression, Gaussian NB, SVM, Random Forest and Gradient Boosting alqoritmlərinin hibridləşdirilməsi əsasında qurulmuş sistem piyadaların cinsini və yaşını dəqiqliklə proqnozlaşdırma bilmişdir. Təklif edilmiş metodun effektivliyini yoxlamaq üçün

UTKFace verilənlər bazası istifadə edilmişdir.

Son illər işgüzar e-poçt kompromis kiberhücumlarının sayı çox böyük sürətlə artır. Bu cür hücumlar təşkilatlar və fərdlərə çox böyük həcmdə maddi ziyan vurmaqdadır. İşgüzar e-poçt kompromis pul və ya kritik məlumatları oğurlamaq məqsədi ilə təşkilatları hədəf alan fişinq hücumunun bir növüdür. Müxtəlif maşın təlimi metodlarından istifadə edərək bu cür kiberhücumların aşkarlanması çətinləşir. İşgüzar e-poçt kompromisləri kiberhücumlarını aşkarlamaq üçün təbii dil emalına və BiGRU (bidirectional gated recurrent unit) və CNN (convolutional neural network) modelləri kimi dərin neyron şəbəkələrinə əsaslanan yanaşma təklif olunmuşdur. Semantik xüsusiyyətlər əvvəlcədən hazırlanmış BERT (bidirectional encoder representations from transformers) modelindən istifadə edərək e-poçtlardan çıxarılır. Eyni zamanda, BiGRU və CNN modelləri e-poçtlardan lokal əlamətlərin çıxarılmasına imkan verir. Eksperimentlər üçün fişinq e-poçtları ehtiva edən müxtəlif ölçülü üç verilənlər bazası nəzərdən keçirilir.

Yeriş digər biometrik xüsusiyyətləri əldə etmək çətin olduqda insanın cinsini və yaşını tanımaq üçün istifadə edilə bilən unikal xüsusiyyətdir. Mobilenet və ResNet34 modellərindən və onları ELM (extreme-learning machine) alqoritmi ilə birləşdirən dərin konvolyusiya modelindən ibarət yanaşma təklif edilmişdir. Onların birləşdirilməsinin səbəbi memarlığın təsnifat üçün daha uyğun olmasıdır. Alqoritm üç əsas mərhələdən ibarətdir. Əvvəlcə yeriş silueti təsvirləri ilə əlaqəli xüsusiyyətlər GEI (gait energy images) və CGI (Chrono-Gait Image)-dən çıxarılır və sonra təklif olunan yanaşmanın hesablama mürəkkəbliyini sadələşdirmək üçün dərin neyron modellərinə giriş kimi təqdim edilmişdi. Üçüncü mərhələ, yaş və cins təsnifatı üçün dərin təlim modellərini öyrətdikdən sonra düzlənmiş təbəqədən əridilmiş aşağı ölçülü xüsusiyyətlərdən istifadə edərək ELM təsnifatının həyata keçirilməsini əhatə edir. ELM effektiv təsnifat dəqiqliyi ilə tanınmanın sürətlə baş verməsini təmin edir.

Verilənlərdən təbii qruplaşmanı tapmaq imkanına malik olduğu üçün klasterləşmə səhiyyə, müştəri segmentləşdirilməsi, təsvirlərin emalı və çevrilməsi, bazar və tövsiyə sistemləri, sosial şəbəkə analizi və s. sahələrində geniş tətbiq olunur. İşdə ümumi klasterləşdirmə metodları kontekstində müxtəlif böyük verilənlərin klasterləşdirmə yanaşmalarına baxılmışdır. Bir neçə oxşarlıq ölçüləri, eləcə də klaster meylinin qiymətləndirilməsi və klaster etibarlılığı kimi əsas klasterləşmə problemləri tədqiq edilmişdir.

Süni intellektə əsaslanan RNN, LSTM və GRU kimi dərin təlim modelləri və onların iki istiqamətli (bidirectional) variantları üzrə müqayisəli təhlil aparılmışdır. Bu tədqiqatın əsas məqsədi dərin təlim modellərini müqayisə etmək və hər bir modelin performansını dəqiq olaraq qiymətləndirməkdir. Modellərin performansını təhlil etmək üçün dəqiqlik (accuracy) qiymətləndirmə indeksindən istifadə edilmişdir. Eksperimentlər seçilmiş müxtəlif ölçülü

verilənlərdən istifadə etməklə aparılmışdır.

Serverlərdə, verilənlər bazalarında və ehtiyat avadanlıqlarda saxlanılan fərdi tibbi məlumatları şifrələmək üçün Homomorfik şifrələmə və ABE (Attribute-Based Encryption) şifrələmə standartlarından istifadə, TLS (Transport Layer Security) təhlükəsiz rabitə protokollarından istifadə edərək şəbəkələr arasında ötürülən fərdi tibbi məlumatların qorunması, şəbəkələrdə fərdi tibbi məlumatların təhlükəsiz istifadəsinin təmin edilməsi üçün Blockchain texnologiyasının tətbiqi, istifadəçilərin təşkilat daxilindəki roluna əsasən fərdi tibbi məlumatlara giriş icazələrinin təyin edilməsi üçün RBAC (Role-Based Access Control) üsulunun tahlili aparılmışdır. Təhlükəsizliyi artırmaq üçün istifadəçilərin fərdi tibbi məlumatlara girişinin MFA (Multi-Faktor Authentication) çox faktorlu autentifikasiya üsulları, pasiyentlərin anonimliyinin təmin edilməsi üçün fərdi tibbi məlumatların anonimləşdirilməsi və identifikasiyası üsulları araşdırılmışdır.

2 Layihənin həyata keçirilməsi üzrə planda nəzərdə tutulmuş işlərin yerinə yetirilmə dərəcəsi (cari rüb üçün, faizlə qiymətləndirməli)

Planda nəzərdə tutulmuş işlər 100 % yerinə yetirilmişdir.

3 Hesabat dövründə alınmış **elmi nəticələr**, onların yenilik dərəcəsi

Yanaşmanın elmi yeniliyi ondan ibarətdir ki, Vision Transformer işıqforlarda yolu keçən piyadaların sifət təsvirlərinin tanınması məsələsinə ilk dəfə tətbiq olunmuşdur. Işıqforun idarə edilməsi məsələsinə ViT modelinin tətbiq edilməsi yol hərəkətinin təhlükəsizliyinin artırılmasına töhfə verir. Metod piyadaların həyatının qorunmasının vacib aspekti olan piyadaların identifikasiyasının dəqiqliyini və effektivliyini artırmaq üçün yeni bir yanaşmadır.

Müxtəlif fişinq aşkarlama üsulları təhlil edilmişdir. NLP (natural language processing) texnologiyaları və dərin neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə e-poçtlarda hücumlarla effektiv mübarizə aparmaq üçün yanaşma təklif olunmuşdur. Digər tanınmış üsullarla müqayisə Ling-Spam, Enron-Spam və TREC 2007 verilənlər toplusunda uyğun olaraq 99.59%, 98.77% və 98.67% dəqiqliyini göstərən təklif olunmuş hibrid BERT+BiGRU+CNN modelinin tətbiq oluna biləcəyini nümayiş etdirir. Təklif olunmuş yanaşma müxtəlif təşkilatları kiberhücumlara qarşı effektiv həll yolu ilə təmin edən fişinq aşkarlanması üçün bir vasitədir.

Təklif olunmuş metod CASIA-B və OU-ISIR OULP-Age verilənlər toplusunda qiymətləndirilib və mövcud modellərlə müqayisədə yerləş təsvirlərindən insanın yaşını və cinsini təsnif etməkdə yüksək dəqiqliyi təmin edilib. Eksperimental nəticələr göstərir ki, iki dərin modelin, transfer təlimi və dərin CNN əlamətlərini birləşdirərək, görüntüdə kiçik dəyişikliklər olsa belə, vizual yerləş təmsilləri əsasında insanın cinsini və yaşını effektiv şəkildə təsnif edə bilər. Göstərilən nəticələr qənaətbəxşdir və təklif olunmuş yanaşma real sistemlərdə tətbiq oluna bilər.

Təcrübənin nəticələri göstərir ki, iki istiqamətli LSTM modeli digər dərin təlim modelləri ilə müqayisədə ən yüksək dəqiqlik göstərir. Həmçinin, iki istiqamətli GRU modeli də

	nəzərəcarpacaq dəqiqlik nümayiş etdirmişdir.
4	Layihənin yerinə yetirilməsi zamanı istifadə olunan üsul və yanaşmalar Təbii dilin emalı (NLP), dərin təlim, maşın təlimi metodları, səs siqnallarının emalı, data mining, text mining, k-nearest neighbors, gaussian naive Bayes metodu, qraf neyron şəbəkələri, convolutional neural network, recurrent neural network, long short-term memory, gated recurrent unit (GRU), vision transformer (ViT), Klasterləşdirmə alqoritmləri.
5	Layihə üzrə elmi nəşrlər (məqalələr, monoqrafiyalar, icmallar, konfrans materialları, tezislər) (dərc olunmuş, çapa qəbul olunmuş və çapa göndərilmişləri ayrılıqda qeyd etməklə) <i>(surətlərini əlavə etməli!)</i> 1. R.Alguliyev, R.Aliguliyev, & L.Sukhostat, "An approach for business email compromise detection using NLP and deep learning" // <b>The 18th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT2024)</b> , Turin, Italy, 25-27 September 2024. (rəydədir) (WoS, Scopus) 2. R.Alguliyev, R.Aliguliyev, & L.Sukhostat, "An improved approach for age and gender recognition based on pedestrian gait biometrics" // <b>Electronic Government, an International Journal</b> , 2024. (Scopus) (rəydədir) 3. R.Aliguliyev & T.Badalov, "Clustering big data: a review" // <b>The 18th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT2024)</b> , Turin, Italy, 25-27 September 2024. (rəydədir) (WoS, Scopus) 4. R.Aliguliyev & Sh.Tahirzada, "Performance comparison of k-means, parallel k-means and k-means++" // <b>The 18th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT2024)</b> , Turin, Italy, 25-27 September 2024. (rəydədir) (WoS, Scopus) 5. F.Abdullayeva & S.Suleymanzade, "Vision transformer based pedestrian age and gender prediction in cyber physical social systems" // <b>The 18th IEEE International Conference Application of Information and Communication Technologies (AICT2024)</b> , Turin, Italy, 25-27 September 2024. (rəydədir) (WoS, Scopus) 6. L.Mammadova, "A comprehensive and comparative analysis of deep learning models for textual sentiment analysis" // <b>Problems of Information Technology</b> , 2024. (rəydədir)
6	İxtira və patentlər, səmərələşdirici təkliflər Yoxdur
7	Layihə üzrə ezamiyyətlər Çexiya, Praqa, GEANT Assosiasiyası, 8-12 aprel 2024.
8	Layihə üzrə elmi ekspedisiyalarda iştirak Yoxdur
9	Layihə üzrə digər tədbirlərdə iştirak GEANT Assosiasiyasının Çexiyanın Praqa şəhərində təşkil etdiyi "Təhlükəsizlik Günləri" seminarında iştirak
10	Layihə mövzusu üzrə elmi məruzələr (seminarlar, konfranslar, dəyirmi masalar və s. çıxışlar)

	Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunda layihə rəhbərinin iştirakı ilə dəfələrlə seminarlar və dəyirmi masalar keçirilmişdir.
11	Layihə üzrə əldə olunmuş cihaz, avadanlıq və qurğular, mal və materiallar
	Yoxdur
12	Yerli həmkarlarla əlaqələr
	Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunun müvafiq şöbələrinin əməkdaşları (layihə icarçısı olmayan) ilə birgə seminarlar və dəyrimi masalar keçirilmişdir.
13	Xarici həmkarlarla əlaqələr
	GEANT Assosiasiyasının əməkdaşları Ana Alves, Tony Barber, Alf Moens, Nicole Harris, Henry Hughes, Rosanna Norman, Zoë Fischer ilə müzakirələr aparılmışdır.
14	Layihə mövzusu üzrə kadr hazırlığı
	Elmlər doktoru, fəlsəfə doktoru və magistr hazırlığı proqramları üzrə doktorantlar və magistrantlar hazırlanır.
15	Sərgilərdə iştirak
	Yoxdur
16	Təcrübəartırmada iştirak və təcrübə mübadiləsi
	Yoxdur
17	Layihə mövzusu ilə bağlı elmi-kütləvi nəşrlər, kütləvi informasiya vasitələrində çıxışlar, yeni yaradılmış internet səhifələri və s.
	www.ict.az saytında informasiya verilmişdir.

Layihə rəhbərinin imzası \_\_\_\_\_ Fərqanə Cabbar qızı Abdullayeva

Tarix \_\_\_\_\_

QEYD: bütün hallarda uyğun olan bəndlər doldurulmalıdır.